

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月21日
Date of Application:

出願番号 特願2003-044997
Application Number:

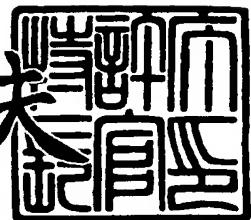
[ST. 10/C] : [JP 2003-044997]

出願人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2003年 9月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2923240021

【提出日】 平成15年 2月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 田中 晶二

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 松長 誠之

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000040

【氏名又は名称】 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

【代表者】 池内 寛幸

【電話番号】 06-6135-6051

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 139757

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0108331

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置およびその製造方法およびインライン転送型
C C D イメージセンサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板に配置された複数の画素セルと、
各画素セルを駆動するために設けられた駆動手段とを具備しており、
各画素セルは、入射光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードと、
前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すために設けられた
転送トランジスタと、
前記フォトダイオードから前記転送トランジスタまでの電位が滑らかに変化す
るようには形成された電位平滑化手段とを含んでいることを特徴とする固体撮像裝
置。

【請求項 2】 前記転送トランジスタは、前記半導体基板の上に形成された
ゲート電極を有しており、
前記電位平滑化手段は、前記半導体基板の表面から互いに異なる深さを有する
ように前記半導体基板に形成された2つ以上の拡散層を含んでいる、請求項1記
載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記2つ以上の拡散層は、前記転送トランジスタに設けられ
た前記ゲート電極の下側に形成されている、請求項2記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記電位平滑化手段は、前記フォトダイオードから前記転送
トランジスタまでの電位が急激に落ち込む第1ポケットを消滅させるために形成
された第1ポケット消滅拡散層と、

前記第1ポケットに対して前記転送トランジスタ側において前記電位が急激に
落ち込む第2ポケットを消滅させるために形成された第2ポケット消滅拡散層と
を含んでいる、請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 前記第1ポケット消滅拡散層は、前記第2ポケット消滅拡散
層よりも深い位置に形成されている、請求項4記載の固体撮像装置。

【請求項 6】 前記電位平滑化手段は、前記第1ポケットと前記第2ポケッ
トとの間において発生する前記電位のバリアを消滅させるために形成されたバリ

ア消滅拡散層をさらに含んでいる、請求項4記載の固体撮像装置。

【請求項7】 前記第1ポケット消滅拡散層は、前記バリア消滅拡散層よりも深い位置に形成されており、

前記バリア消滅拡散層は、前記第2ポケット消滅拡散層よりも深い位置に形成されている、請求項6記載の固体撮像装置。

【請求項8】 前記第1ポケット消滅拡散層と前記バリア消滅拡散層と前記第2ポケット消滅拡散層とは、P型不純物拡散層によって構成されている、請求項6記載の固体撮像装置。

【請求項9】 前記第1ポケット消滅拡散層と前記第2ポケット消滅拡散層とは、P型不純物拡散層によって構成されており、

前記バリア消滅拡散層は、n型不純物拡散層によって構成されている、請求項6記載の固体撮像装置。

【請求項10】 前記第1ポケット消滅拡散層の前記フォトダイオード側の端は、前記バリア消滅拡散層の前記フォトダイオード側の端よりも前記フォトダイオードに近くなっている、

前記バリア消滅拡散層の前記フォトダイオード側の端は、前記第2ポケット消滅拡散層の前記フォトダイオード側の端よりも前記フォトダイオードに近くなっている、請求項6記載の固体撮像装置。

【請求項11】 前記第1ポケット消滅拡散層は、前記半導体基板の表面から深さ約0.7マイクロメートル(μm)の位置に形成されている、請求項4記載の固体撮像装置。

【請求項12】 前記第2ポケット消滅拡散層は、前記半導体基板の表面から深さ約0.2マイクロメートル(μm)よりも浅い位置に形成されている、請求項4記載の固体撮像装置。

【請求項13】 前記バリア消滅拡散層は、前記半導体基板の表面から深さ約0.4マイクロメートル(μm)の位置に形成されている、請求項6記載の固体撮像装置。

【請求項14】 前記フォトダイオードは、前記半導体基板に形成された浅いP型フォトダイオード拡散層と、

前記浅いP型フォトダイオード拡散層と前記転送トランジスタとの間における前記半導体基板の表面に露出するように前記浅いP型フォトダイオード拡散層の下側に形成された深いフォトダイオード拡散層とを含んでいる、請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項15】 各画素セルは、前記転送トランジスタによって前記フォトトランジスタから読み出された前記信号電荷を電圧に変換するために形成された浮遊拡散層と、

前記浮遊拡散層に蓄積された前記信号電荷をリセットするために形成されたリセットトランジスタと、

前記浮遊拡散層によって変換された前記電圧の変化を增幅またはインピーダンス変換するために設けられたソースフォロワとをさらに含んでいる、請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項16】 前記複数の画素セルは、前記半導体基板にマトリックス状に配置されている、請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項17】 前記駆動手段は、前記複数の画素セルを行方向に沿って駆動する垂直駆動回路と、

前記複数の画素セルを列方向に沿って駆動する水平駆動回路とを含んでいる、請求項16記載の固体撮像装置。

【請求項18】 請求項1記載の固体撮像装置の製造方法であって、前記フォトダイオードから前記転送トランジスタまでの電位を滑らかに変化させるための電位平滑化手段を形成する電位平滑化手段形成工程と、

前記電位平滑化手段形成工程の後で、前記入射光を前記信号電荷に変換して蓄積する前記フォトダイオードを形成するフォトダイオード形成工程と、

前記フォトダイオード形成工程の後で、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すための前記転送トランジスタを形成する転送トランジスタ形成工程とを包含しており、

前記電位平滑化手段形成工程は、前記フォトダイオードが形成されるべき領域と前記転送トランジスタが形成されるべき領域との間に互いに異なる3種類のエネルギーによって不純物を注入することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 19】 前記電位平滑化手段形成工程によって注入される前記不純物は、前記半導体基板と同電型のイオンである、請求項 18 記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 20】 前記電位平滑化手段形成工程は、前記フォトダイオードから前記転送トランジスタまでの電位が急激に落ち込む前記第 1 ポケットを消滅させるための前記第 1 ポケット消滅拡散層を形成する第 1 ポケット消滅拡散層形成工程と、

前記第 1 ポケットと前記第 2 ポケットとの間において発生する前記電位のバリアを消滅させるための前記バリア消滅拡散層を前記第 1 ポケット消滅拡散層の上に形成するバリア消滅拡散層形成工程と、

前記第 1 ポケットに対して前記転送トランジスタ側において前記電位が急激に落ち込む前記第 2 ポケットを消滅させるための前記第 2 ポケット消滅拡散層を前記バリア消滅拡散層の上に形成する第 2 ポケット消滅拡散層工程とを含んでいる、請求項 19 記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 21】 第 1 ポケット消滅拡散層形成工程は、前記第 1 ポケット消滅拡散層を形成するために第 1 エネルギーによって前記不純物を注入し、

前記バリア消滅拡散層形成工程は、前記バリア消滅拡散層を形成するために前記第 1 エネルギーよりも小さい第 2 エネルギーによって前記不純物を注入し、

前記第 2 ポケット消滅拡散層工程は、前記第 2 ポケット消滅拡散層を形成するために前記第 2 エネルギーよりも小さい第 3 エネルギーによって前記不純物を注入する、請求項 20 記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 22】 前記第 1 ポケット消滅拡散層形成工程は、加速電圧 300 キロエレクトロンボルト (keV)、ドーズ量 $4.0 \times 10^{12}/\text{cm}^2$ によって前記不純物を注入し、

前記バリア消滅拡散層形成工程は、加速電圧 100 キロエレクトロンボルト (keV)、ドーズ量 $8.0 \times 10^{11}/\text{cm}^2$ によって前記不純物を注入し、

前記第 2 ポケット消滅拡散層工程は、加速電圧 10 キロエレクトロンボルト (keV)、ドーズ量 $4.0 \times 10^{11}/\text{cm}^2$ によって前記不純物を注入する、請求項 20 記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項23】 前記不純物は、ボロンイオンである、請求項18記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項24】 半導体基板にマトリックス状に配置された複数の画素セルと、

各画素セルを駆動するために設けられた駆動手段とを具備しており、各画素セルは、入射光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードと、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すために設けられた転送ゲートと、

前記フォトダイオードから前記転送ゲートまでの電位が滑らかに変化するようになされた電位平滑化手段とを含んでいることを特徴とするインターライン転送型CCDイメージセンサ。

【請求項25】 前記転送ゲートによって前記フォトダイオードから読み出された前記信号電荷を垂直方向に沿って転送するために、列方向に配置された各画素セルに隣接して互いに所定の間隔を空けて垂直方向に沿って配置された垂直転送CCDをさらに具備する、請求項24記載のインターライン転送型CCDイメージセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、增幅型MOSトランジスタが設けられた固体撮像装置およびその製造方法およびインターライン転送型CCDイメージセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】

增幅型MOSトランジスタが設けられた固体撮像装置が近年注目されている。この固体撮像装置は、各画素ごとに、フォトダイオードによって検出された信号をMOSトランジスタによって増幅するものであり、高感度という特徴を有している。

【0003】

図5は、従来の固体撮像装置90の構成を示す回路図である。固体撮像装置9

0は、半導体基板14にマトリックス状に配置された複数の画素セル13を備えている。各画素セル13は、入射光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオード95をそれぞれ有している。各画素セル13には、フォトダイオード95に蓄積された信号電荷を読み出すための転送トランジスタ96がそれぞれ設けられている。

【0004】

各画素セル13は、増幅トランジスタ12を有している。増幅トランジスタ12は、転送トランジスタ96によって読み出された信号電荷を増幅する。各画素セル13には、リセットトランジスタ11が設けられている。リセットトランジスタ11は、転送トランジスタ96によって読み出された信号電荷をリセットする。

【0005】

固体撮像装置90は、垂直駆動回路15を備えている。垂直駆動回路15には、複数のリセットトランジスタ制御線111が接続されている。各リセットトランジスタ制御線111は、水平方向に沿って配置された各画素セル13に設けられたリセットトランジスタ11と接続するように、それぞれが所定の間隔を空けて互いに平行に水平方向に沿って配置されている。垂直駆動回路15には、複数の垂直選択トランジスタ制御線121がさらに接続されている。各垂直選択トランジスタ制御線121は、水平方向に沿って配置された各画素セル13に設けられた垂直選択トランジスタと接続するように、それぞれが所定の間隔を空けて互いに平行に水平方向に沿って配置されており、信号を読み出す行を決定する。

【0006】

垂直選択トランジスタのソースは、垂直信号線61に接続されている。各垂直信号線61の一端には、負荷トランジスタ群27が接続されている。各垂直信号線61の他端は、行信号蓄積部28に接続されている。行信号蓄積部28は、1行分の信号を取り込むためのスイッチトランジスタを含んでいる。行信号蓄積部28には、水平駆動回路16が接続されている。

【0007】

図6は、従来の固体撮像装置90の動作を説明するためのタイミングチャート

である。

【0008】

垂直選択トランジスタ制御線121をハイレベルにするための行選択パルス101-1が印加されると、選択された行における垂直選択トランジスタがオンし、選択された行における増幅トランジスタ12と負荷トランジスタ群27とによってソースフォロワ回路が構成される。

【0009】

そして、行選択パルス101-1がハイレベルの間に、リセットトランジスタ制御線111をハイレベルにするためのリセットパルス102-1を印加することによって、増幅トランジスタ12のゲートが接続されている浮遊拡散層の電位をリセットする。次に、行選択パルス101-1がハイレベルの間に、転送トランジスタ制御線をハイレベルにするために転送パルス103-1を印加することによって、フォトダイオード95に蓄積された信号電荷を浮遊拡散層へ転送する。

【0010】

この時、浮遊拡散層に接続された増幅トランジスタ12のゲート電圧は、浮遊拡散層の電位と等しくなり、このゲート電圧と実質的に等しい電圧が垂直信号線61に現れる。そして、フォトダイオード95に蓄積された信号電荷に基づく信号を行信号蓄積部28へ転送する。

【0011】

次に、水平駆動回路16は、列選択パルス106-1-1、106-1-2、…を順次発生し、行信号蓄積部28へ転送された信号を1行分の出力信号107-1として取り出す。

【0012】

図7 (a) は従来の固体撮像装置90の構成を示す断面図であり、図7 (b) は従来の固体撮像装置90に設けられたフォトダイオード95から転送トランジスタ96までの電位の変化を示す模式図である。

【0013】

フォトダイオード95は、半導体基板14の表面に形成された浅いP型フォト

ダイオード拡散層 9 9 と、半導体基板 1 4 の表面に露出するように浅い P 型フォトダイオード拡散層 9 9 の下側に形成された深いフォトダイオード拡散層 9 8 とを含んでいる埋め込み型 p n p フォトダイオードである。

【0014】

転送トランジスタ 9 6 は、フォトダイオード 9 5 に隣接するように形成されており、半導体基板 1 4 の上に形成されたゲート電極 9 7 を有している。転送トランジスタ 9 6 に対してフォトダイオード 9 5 の反対側における半導体基板 1 4 の表面には、浮遊拡散層 1 0 が形成されている。リセットトランジスタ 1 1 は、浮遊拡散層 1 0 に対して転送トランジスタ 9 6 の反対側における半導体基板 1 4 の上に形成されており、ゲート電極 2 3 を有している。リセットトランジスタ 1 1 に対して浮遊拡散層 1 0 の反対側における半導体基板 1 4 の表面には、電源拡散層 2 0 7 が形成されている。電源拡散層 2 0 7 に対してリセットトランジスタ 1 1 の反対側およびフォトダイオード 9 5 に対して転送トランジスタ 9 6 の反対側には、素子分離部 2 0 9 がそれぞれ形成されている。

【0015】

転送トランジスタ 9 6 に設けられたゲート電極 9 7 の下側における半導体基板 1 4 には、転送トランジスタ 9 6 のチャネル電位を制御するための閾値拡散層 2 0 8 が、深いフォトダイオード拡散層 9 8 に隣接するように形成されている。

【0016】

図 7 (b) を参照すると、固体撮像装置 9 0 の電源電圧は 10 ボルト (V) 以上になっており、リセットトランジスタ 1 1 のゲート電極 2 3 をオンにすると、浮遊拡散層 1 0 の電位が電源電圧に固定される。そして、リセットトランジスタ 1 1 のゲート電極 2 3 をオフにすると、浮遊拡散層 1 0 の電位は電気的に浮遊する。

【0017】

次に、転送トランジスタ 9 6 のゲート電極 9 7 をオンにすると、フォトダイオード 9 5 の深いフォトダイオード拡散層 9 8 に蓄積された信号電荷が閾値拡散層 2 0 8 を通って浮遊拡散層 1 0 へ導かれて信号電圧に変換される。信号電圧は、図 5 に示す増幅トランジスタ 1 2 のゲート電圧を変調し、垂直信号線 6 1 と行信

号蓄積部 28 と水平駆動回路 16 を通って外部へ取り出される。

【0018】

フォトダイオード 95 に蓄積された信号電荷を読み出すときは、完全にすべての電荷が読み出され、フォトダイオード 95 に残留する信号電荷がゼロになる状態が理想的である。このような理想的な状態を「完全転送」という。

【0019】

【特許文献 1】

特開 2001-53260 号公報

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

前述した従来の固体撮像装置 90 では、電源電圧および転送トランジスタ 96 のゲート電圧が 10 ボルト (V) 以上の高い電圧であるので、「完全転送」が比較的容易である。

【0021】

しかしながら、MOS トランジスタの微細化が進むに従って、電源電圧および転送トランジスタ 96 のゲート電圧が低下して 2.8 ボルト (V) ~ 3.3 ボルト (V) 程度になってきているため、「完全転送」が極めて困難になっているという問題がある。以下、具体的に説明する。

【0022】

図 7 (c) は、従来の固体撮像装置 90 に設けられたフォトダイオード 95 から転送トランジスタ 96 までの電位の変化を示す模式図である。

【0023】

電源電圧および転送トランジスタ 96 のゲート電圧が 2.8 ボルト (V) ~ 3.3 ボルト (V) 程度になると、フォトダイオード 95 から転送トランジスタ 96 までの電位が滑らかに変化しなくなる。フォトダイオード 95 から転送トランジスタ 96 までの電位は、第 1 ポケット 17 において急激に落ち込む。例えば、第 1 ポケット 17 の電位が 2V、バリア 19 の電位が 1.7V、第 2 ポケット 18 の電位が 2.1V といった滑らかでない電位変化が生じる。この第 1 ポケット 17 は、浅い P 型フォトダイオード拡散層 99 の端に相当する位置 210 におい

て発生する。第1ポケット17が発生する位置210の深さは約0.7マイクロメートル(μm)である。

【0024】

フォトダイオード95から転送トランジスタ96までの電位は、第1ポケット17に対して転送トランジスタ96側における第2ポケット18においてさらに急激に落ち込む。第2ポケット18は、浅いP型フォトダイオード拡散層99に覆われていない深いフォトダイオード拡散層98の表面近くの位置212において発生する。第2ポケット18が発生する位置212の深さは、約0.2マイクロメートル(μm)以下である。

【0025】

フォトダイオード95から転送トランジスタ96までの電位は、第1ポケット17と第2ポケット18との間においてバリア19を形成する。このバリア19は、浅いP型フォトダイオード拡散層99と閾値拡散層208とによって挟まれた位置211において発生する。バリア19が発生する位置211の深さは、約0.4マイクロメートル(μm)以下である。

【0026】

このように、電源電圧および転送トランジスタ96のゲート電圧が2.8ボルト(V)～3.3ボルト(V)程度に低くなると、第1ポケット17と第2ポケット18とバリア19とが形成されるために、フォトダイオード95から転送トランジスタ96までの電位が滑らかに変化しなくなる。このため、フォトダイオード95に蓄積された信号電荷を「完全転送」することが極めて困難であるという問題がある。

【0027】

本発明の目的は、電源電圧が低くても、フォトダイオードに蓄積された信号電荷を完全転送することができる固体撮像装置およびその製造方法およびインライン転送型CCDイメージセンサを提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る固体撮像装置は、半導体基板に配置された複数の画素セルと、各

画素セルを駆動するために設けられた駆動手段とを具備しており、各画素セルは、入射光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードと、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すために設けられた転送トランジスタと、前記フォトダイオードから前記転送トランジスタまでの電位が滑らかに変化するように形成された電位平滑化手段とを含んでいることを特徴とする。

【0029】

本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、本発明に係る固体撮像装置の製造方法であって、前記フォトダイオードから前記転送トランジスタまでの電位を滑らかに変化させるための電位平滑化手段を形成する電位平滑化手段形成工程と、前記電位平滑化手段形成工程の後で、前記入射光を前記信号電荷に変換して蓄積する前記フォトダイオードを形成するフォトダイオード形成工程と、前記フォトダイオード形成工程の後で、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すための前記転送トランジスタを形成する転送トランジスタ形成工程とを包含しており、前記電位平滑化手段形成工程は、前記フォトダイオードが形成されるべき領域と前記転送トランジスタが形成されるべき領域との間に互いに異なる3種類のエネルギーによって不純物を注入することを特徴とする。

【0030】

本発明に係るインターライン転送型CCDイメージセンサは、半導体基板にマトリックス状に配置された複数の画素セルと、各画素セルを駆動するために設けられた駆動手段とを具備しており、各画素セルは、入射光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードと、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すために設けられた転送ゲートと、前記フォトダイオードから前記転送ゲートまでの電位が滑らかに変化するように形成された電位平滑化手段とを含んでいることを特徴とする。

【0031】

【発明の実施の形態】

本実施の形態に係る固体撮像装置においては、フォトダイオードから転送トランジスタまでの電位が電位平滑化手段によって滑らかに変化する。このため、入射光から変換されてフォトダイオードに蓄積された信号電荷が転送トランジスタ

へ完全に転送される。その結果、低電圧においても高性能に動作する固体撮像装置を得ることができる。

【0032】

この実施の形態においては、前記転送トランジスタは、前記半導体基板の上に形成されたゲート電極を有しており、前記電位平滑化手段は、前記半導体基板の表面から互いに異なる深さを有するように前記半導体基板に形成された2つ以上の拡散層を含んでいることが好ましい。

【0033】

前記2つ以上の拡散層は、前記転送トランジスタに設けられた前記ゲート電極の下側に形成されていることが好ましい。

【0034】

前記電位平滑化手段は、前記フォトダイオードから前記転送トランジスタまでの電位が急激に落ち込む第1ポケットを消滅させるために形成された第1ポケット消滅拡散層と、前記第1ポケットに対して前記転送トランジスタ側において前記電位が急激に落ち込む第2ポケットを消滅させるために形成された第2ポケット消滅拡散層とを含んでいることが好ましい。

【0035】

前記第1ポケット消滅拡散層は、前記第2ポケット消滅拡散層よりも深い位置に形成されていることが好ましい。

【0036】

前記電位平滑化手段は、前記第1ポケットと前記第2ポケットとの間において発生する前記電位のバリアを消滅させるために形成されたバリア消滅拡散層をさらに含んでいることが好ましい。

【0037】

前記第1ポケット消滅拡散層は、前記バリア消滅拡散層よりも深い位置に形成されており、前記バリア消滅拡散層は、前記第2ポケット消滅拡散層よりも深い位置に形成されていることが好ましい。

【0038】

前記第1ポケット消滅拡散層と前記バリア消滅拡散層と前記第2ポケット消滅

拡散層とは、P型不純物拡散層によって構成されていることが好ましい。

【0039】

前記第1ポケット消滅拡散層と前記第2ポケット消滅拡散層とは、P型不純物拡散層によって構成されており、前記バリア消滅拡散層は、n型不純物拡散層によって構成されていることが好ましい。

【0040】

前記第1ポケット消滅拡散層の前記フォトダイオード側の端は、前記バリア消滅拡散層の前記フォトダイオード側の端よりも前記フォトダイオードに近くなっている、前記バリア消滅拡散層の前記フォトダイオード側の端は、前記第2ポケット消滅拡散層の前記フォトダイオード側の端よりも前記フォトダイオードに近くなっていることが好ましい。

【0041】

前記第1ポケット消滅拡散層は、前記半導体基板の表面から深さ約0.7マイクロメートル(μm)の位置に形成されていることが好ましい。

【0042】

前記第2ポケット消滅拡散層は、前記半導体基板の表面から深さ約0.2マイクロメートル(μm)よりも浅い位置に形成されていることが好ましい。

【0043】

前記バリア消滅拡散層は、前記半導体基板の表面から深さ約0.4マイクロメートル(μm)の位置に形成されていることが好ましい。

【0044】

前記フォトダイオードは、前記半導体基板に形成された浅いP型フォトダイオード拡散層と、前記浅いP型フォトダイオード拡散層と前記転送トランジスタとの間における前記半導体基板の表面に露出するように前記浅いP型フォトダイオード拡散層の下側に形成された深いフォトダイオード拡散層とを含んでいることが好ましい。

【0045】

各画素セルは、前記転送トランジスタによって前記フォトトランジスタから読み出された前記信号電荷を電圧に変換するために形成された浮遊拡散層と、前記

浮遊拡散層に蓄積された前記信号電荷をリセットするために形成されたリセットトランジスタと、前記浮遊拡散層によって変換された前記電圧の変化を增幅またはインピーダンス変換するために設けられたソースフォロワとをさらに含んでいることが好ましい。

【0046】

前記複数の画素セルは、前記半導体基板にマトリックス状に配置されていることが好ましい。

【0047】

前記駆動手段は、前記複数の画素セルを行方向に沿って駆動する垂直駆動回路と、前記複数の画素セルを列方向に沿って駆動する水平駆動回路とを含んでいることが好ましい。

【0048】

本実施の形態に係る固体撮像装置の製造方法においては、電位平滑化手段形成工程は、フォトダイオードが形成されるべき領域と転送トランジスタが形成されるべき領域との間に互いに異なる3種類のエネルギーによって不純物を注入して電位平滑化手段を形成する。このため、形成された電位平滑化手段によって、フォトダイオードから転送トランジスタまでの電位が電位平滑化手段によって滑らかに変化する。従って、入射光から変換されてフォトダイオードに蓄積された信号電荷が転送トランジスタへ完全に転送される。その結果、低電圧においても高性能に動作する固体撮像装置を得ることができる。

【0049】

この実施の形態では、前記電位平滑化手段形成工程によって注入される前記不純物は、前記半導体基板と同電型のイオンであることが好ましい。

【0050】

前記電位平滑化手段形成工程は、前記フォトダイオードから前記転送トランジスタまでの電位が急激に落ち込む前記第1ポケットを消滅させるための前記第1ポケット消滅拡散層を形成する第1ポケット消滅拡散層形成工程と、前記第1ポケットと前記第2ポケットとの間において発生する前記電位のバリアを消滅させるための前記バリア消滅拡散層を前記第1ポケット消滅拡散層の上に形成するバ

リア消滅拡散層形成工程と、前記第1ポケットに対して前記転送トランジスタ側において前記電位が急激に落ち込む前記第2ポケットを消滅させるための前記第2ポケット消滅拡散層を前記バリア消滅拡散層の上に形成する第2ポケット消滅拡散層工程とを含んでいることが好ましい。

【0051】

第1ポケット消滅拡散層形成工程は、前記第1ポケット消滅拡散層を形成するために第1エネルギーによって前記不純物を注入し、前記バリア消滅拡散層形成工程は、前記バリア消滅拡散層を形成するために前記第1エネルギーよりも小さい第2エネルギーによって前記不純物を注入し、前記第2ポケット消滅拡散層工程は、前記第2ポケット消滅拡散層を形成するために前記第2エネルギーよりも小さい第3エネルギーによって前記不純物を注入することが好ましい。

【0052】

前記第1ポケット消滅拡散層形成工程は、加速電圧300キロエレクトロンボルト (keV)、ドーズ量 $4.0 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ によって前記不純物を注入し、前記バリア消滅拡散層形成工程は、加速電圧100キロエレクトロンボルト (keV)、ドーズ量 $8.0 \times 10^{11} / \text{cm}^2$ によって前記不純物を注入し、前記第2ポケット消滅拡散層工程は、加速電圧10キロエレクトロンボルト (keV)、ドーズ量 $4.0 \times 10^{11} / \text{cm}^2$ によって前記不純物を注入することが好ましい。

【0053】

前記不純物は、ボロンイオンであることが好ましい。

【0054】

本実施の形態に係るインターライン転送型CCDイメージセンサにおいては、電位平滑化手段によってフォトダイオードから転送ゲートまでの電位が滑らかに変化する。このため、入射光から変換されてフォトダイオードに蓄積された信号電荷が転送ゲートへ完全に転送される。その結果、低電圧においても高性能に動作するインターライン転送型CCDイメージセンサを得ることができる。

【0055】

この実施の形態では、前記転送ゲートによって前記フォトダイオードから読み

出された前記信号電荷を垂直方向に沿って転送するために、列方向に配置された各画素セルに隣接して互いに所定の間隔を空けて垂直方向に沿って配置された垂直転送CCDをさらに具備することが好ましい。

【0056】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0057】

図1は、本実施の形態に係る固体撮像装置100の構成を示す回路図である。

【0058】

固体撮像装置100は、半導体基板14にマトリックス状に配置された複数の画素セル13を備えている。各画素セル13は、入射光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオード5をそれぞれ有している。各画素セル13には、フォトダイオード5に蓄積された信号電荷を読み出すための転送トランジスタ6がそれぞれ設けられている。

【0059】

各画素セル13は、増幅トランジスタ12を有している。増幅トランジスタ12は、転送トランジスタ6によって読み出された信号電荷を増幅する。各画素セル13には、リセットトランジスタ11が設けられている。リセットトランジスタ11は、転送トランジスタ6によって読み出された信号電荷をリセットする。

【0060】

固体撮像装置100は、垂直駆動回路15を備えている。垂直駆動回路15には、複数のリセットトランジスタ制御線111が接続されている。各リセットトランジスタ制御線111は、水平方向に沿って配置された各画素セル13に設けられたリセットトランジスタ11と接続するように、それぞれが所定の間隔を空けて互いに平行に水平方向に沿って配置されている。垂直駆動回路15には、複数の垂直選択トランジスタ制御線121がさらに接続されている。各垂直選択トランジスタ制御線121は、水平方向に沿って配置された各画素セル13に設けられた垂直選択トランジスタと接続するように、それぞれが所定の間隔を空けて互いに平行に水平方向に沿って配置されており、信号を読み出す行を決定する。

【0061】

垂直選択トランジスタのソースは、垂直信号線61に接続されている。各垂直信号線61の一端には、負荷トランジスタ群27が接続されている。各垂直信号線61の他端は、行信号蓄積部28に接続されている。行信号蓄積部28は、1行分の信号を取り込むためのスイッチトランジスタを含んでいる。行信号蓄積部28には、水平駆動回路16が接続されている。

【0062】

図2(a)は本実施の形態に係る固体撮像装置100の構成を示す断面図であり、図2(b)および図2(c)は本実施の形態に係る固体撮像装置に設けられた電位平滑化層によるフォトダイオードから転送トランジスタまでの電位の変化を示す模式図である。

【0063】

フォトダイオード5は、半導体基板14の表面に形成された浅いP型フォトダイオード拡散層9と、半導体基板14の表面に露出するように浅いP型フォトダイオード拡散層9の下側に形成された深いフォトダイオード拡散層8とを含んでいる埋め込み型pnpフォトダイオードである。

【0064】

転送トランジスタ6は、フォトダイオード5に隣接するように形成されており、半導体基板14の上に形成されたゲート電極7を有している。転送トランジスタ6に対してフォトダイオード5の反対側における半導体基板14の表面には、浮遊拡散層10が形成されている。リセットトランジスタ11は、浮遊拡散層10に対して転送トランジスタ6の反対側における半導体基板14の上に形成されており、ゲート電極23を有している。リセットトランジスタ11に対して浮遊拡散層10の反対側における半導体基板14の表面には、電源拡散層207が形成されている。電源拡散層207に対してリセットトランジスタ11の反対側およびフォトダイオード5に対して転送トランジスタ6の反対側には、素子分離部209がそれぞれ形成されている。

【0065】

転送トランジスタ96に設けられたゲート電極97の下側における半導体基板14には、フォトダイオード5から転送トランジスタ6までの電位を滑らかに変

化させるための電位平滑化層 1 が形成されている。

【0066】

電位平滑化層 1 は、フォトダイオード 5 から転送トランジスタ 6 までの電位が落ち込む第 1 ポケット 17 を消滅させるために形成された第 1 ポケット消滅拡散層 2 と、第 1 ポケット 17 に対して転送トランジスタ 6 側において電位が急激に落ち込む第 2 ポケット 18 を消滅させるために形成された第 2 ポケット消滅拡散層 3 と、第 1 ポケット 17 と第 2 ポケット 18 との間において発生する電位のバリア 19 を消滅させるために形成されたバリア消滅拡散層 4 とを含んでいる。

【0067】

第 1 ポケット消滅拡散層 2 は半導体基板 14 の表面から深さ約 0.7 マイクロメートル (μm) の位置に形成されており、バリア消滅拡散層 4 は、半導体基板 14 の表面から深さ約 0.4 マイクロメートル (μm) の位置に形成されており、第 2 ポケット消滅拡散層 3 は半導体基板 14 の表面から深さ約 0.2 マイクロメートル (μm) よりも浅い位置に形成されている。

【0068】

このように、第 1 ポケット消滅拡散層 2 はバリア消滅拡散層 4 よりも深い位置に形成されており、バリア消滅拡散層 4 は第 2 ポケット消滅拡散層 3 よりも深い位置に形成されている。

【0069】

第 1 ポケット消滅拡散層 2 とバリア消滅拡散層 4 と第 2 ポケット消滅拡散層 3 とは、P 型不純物拡散層によって構成されている。

【0070】

第 1 ポケット消滅拡散層 2 のフォトダイオード 5 側の端は、バリア消滅拡散層 4 のフォトダイオード 5 側の端よりもフォトダイオード 5 に近くなっている。第 1 ポケット消滅拡散層 2 のフォトダイオード 5 側の端を、バリア 19 が発生する位置 211 よりもダイオード 5 側に位置する第 1 ポケット 17 が発生する位置 210 に近づけて第 1 ポケット 17 をより効率的に消滅させるためである。

【0071】

バリア消滅拡散層 4 のフォトダイオード 5 側の端は、第 2 ポケット消滅拡散層

3のフォトダイオード5側の端よりもフォトダイオード5に近くなっている。バリア消滅拡散層4のフォトダイオード5側の端を、第2ポケット18が発生する位置212よりもダイオード5側に位置するバリア19が発生する位置211に近づけてバリア19をより効率的に消滅させるためである。

【0072】

このように構成された固体撮像装置100においては、第1ポケット消滅拡散層2は、第1ポケット17を消滅させるように第1ポケット17における電位をバリア19の電位よりも低くする。バリア消滅拡散層4は、バリア19を消滅させるように、バリア19における電位を高くする。第2ポケット消滅拡散層3は、第2ポケット18を消滅させるように第2ポケット18における電位を低くする。このため、フォトダイオード5から転送トランジスタ6までの電位は、図2(c)に示すように滑らかに上昇する。

【0073】

次に、本実施の形態に係る固体撮像装置100の製造方法を説明する。図3は、固体撮像装置100に設けられた電位平滑化層1における基板表面からの深さとキャリア濃度との間の関係を示すグラフである。横軸は電位平滑化層1における基板表面からの深さを示しており、縦軸は電位平滑化層1のキャリア濃度を示している。

【0074】

まず、半導体基板14に第1ポケット消滅拡散層2を形成するために、加速電圧300キロエレクトロンボルト(k e V)、ドーズ量 $4.0 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ によってボロンを半導体基板14へ注入する。次に、バリア消滅拡散層4を形成するために、加速電圧100キロエレクトロンボルト(k e V)、ドーズ量 $8.0 \times 10^{11} / \text{cm}^2$ によってボロンを半導体基板14へ注入する。その後、第2ポケット消滅拡散層3を形成するために、加速電圧10キロエレクトロンボルト(k e V)、ドーズ量 $4.0 \times 10^{11} / \text{cm}^2$ によってボロンを半導体基板14へ注入する。

【0075】

そして、形成された第1ポケット消滅拡散層2、バリア消滅拡散層4および第

2 ポケット消滅拡散層 3 の隣にフォトダイオード 5 を形成し、第 1 ポケット消滅拡散層 2 、バリア消滅拡散層 4 および第 2 ポケット消滅拡散層 3 の上に転送トランジスタ 6 を形成し、リセットトランジスタ 11 、浮遊拡散層 10 、電源拡散層 207 および素子分離部 209 を形成する。

【0076】

このようにして製造された固体撮像装置に形成された電位平滑化層 1 においては、図 3 に示すように、半導体基板 14 の深さ $0.7 \mu\text{m}$ の位置においては、ピーク 24 によって示されるキャリア濃度の第 1 ポケット消滅拡散層 2 が、ドーズ量 $1.8 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ によって形成されている。半導体基板 14 の深さ $0.35 \mu\text{m}$ の位置においては、ピーク 26 によって示されるキャリア濃度のバリア消滅拡散層 4 が、ドーズ量 $2.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ によって形成されている。半導体基板 14 の深さ $0.1 \mu\text{m}$ の位置においては、ピーク 25 によって示されるキャリア濃度の第 2 ポケット消滅拡散層 3 が、ドーズ量 $3.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ によって形成されている。

【0077】

以上のように本実施の形態によれば、フォトダイオード 5 から転送トランジスタ 6 までの電位が電位平滑化層 1 によって滑らかに変化する。このため、入射光から変換されてフォトダイオード 5 に蓄積された信号電荷が転送トランジスタ 6 へ完全に転送される。その結果、低電圧においても高性能に動作する固体撮像装置を得ることができる。

【0078】

なお、本実施の形態においては、第 1 ポケット消滅拡散層 2 とバリア消滅拡散層 4 と第 2 ポケット消滅拡散層 3 とが P 型不純物拡散層によって構成されている例を示した。しかしながら、本発明はこれに限定されない。例えば、第 1 ポケット消滅拡散層 2 と第 2 ポケット消滅拡散層 3 とが P 型不純物拡散層によって構成されており、バリア消滅拡散層 4 が n 型不純物拡散層によって構成されていてもよい。

【0079】

また、本実施の形態においては、第1ポケット消滅拡散層2とバリア消滅拡散層4と第2ポケット消滅拡散層3との3個の層によって電位平滑化層1が構成されている例を示したが、第1ポケット消滅拡散層2、バリア消滅拡散層4および第2ポケット消滅拡散層3以外の拡散層を追加して形成し、電位制御の自由度を増やすように構成してもよい。

【0080】

図4は、本実施の形態に係るインターライン転送型CCDイメージセンサ150の構成を示す平面図である。高い電源電圧によって動作するインターライン転送型CCDイメージセンサ150においても、電源電圧を低電圧化する要求は強い。本発明は、このようなインターライン転送型CCDイメージセンサ150に対しても適用することができる。

【0081】

インターライン転送型CCDイメージセンサ150は、半導体基板14Aにマトリックス状に配置された複数の画素セル13Aを備えている。各画素セル13Aは、入射光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオード5Aをそれぞれ有している。各画素セル13Aには、フォトダイオード5Aに蓄積された信号電荷を読み出すための転送ゲート21がそれぞれ設けられている。

【0082】

インターライン転送型CCDイメージセンサ150には、各転送ゲート21によってフォトダイオード5Aから読み出された信号電荷を垂直方向に沿って転送するために、垂直方向に配置された各画素セル13Aに隣接して互いに所定の間隔を空けて垂直方向に沿って配置された垂直転送CCD22が設けられている。

【0083】

転送ゲート21の下側における半導体基板14Aには、フォトダイオード5Aから転送ゲート21までの電位を滑らかに変化させるための電位平滑化層が形成されている。

【0084】

電位平滑化層は、フォトダイオード5Aから転送ゲート21までの電位が急激に落ち込む第1ポケットを消滅させるために形成された第1ポケット消滅拡散層

と、第1ポケットに対して転送ゲート21側において電位が落ち込む第2ポケットを消滅させるために形成された第2ポケット消滅拡散層と、第1ポケットと第2ポケットとの間において発生する電位のバリアを消滅させるために形成されたバリア消滅拡散層とを含んでいる。

【0085】

このように前述した構成と同様の構成によって、フォトダイオード5Aと垂直CCD22との間に形成された転送ゲート21の下側の半導体基板14Aに電位平滑化層を形成すると、電源電圧を低電圧化したインターライン転送型CCDイメージセンサ150を得ることができる。

【0086】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、電源電圧が低くても、フォトダイオードに蓄積された信号電荷を完全転送することができる固体撮像装置およびその製造方法およびインターライン転送型CCDイメージセンサを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態に係る固体撮像装置の構成を示す回路図である。

【図2】

(a) は本実施の形態に係る固体撮像装置の構成を示す断面図であり、

(b) および (c) は本実施の形態に係る固体撮像装置に設けられた電位平滑化層によるフォトダイオードから転送トランジスタまでの電位の変化を示す模式図である。

【図3】

本実施の形態に係る固体撮像装置に設けられた電位平滑化層における基板表面からの深さとキャリア濃度との関係を示すグラフである。

【図4】

本実施の形態に係るインターライン転送型CCDイメージセンサの構成を示す平面図である。

【図5】

従来の固体撮像装置の構成を示す回路図である。

【図 6】

従来の固体撮像装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図 7】

(a) は従来の固体撮像装置の構成を示す断面図であり、
(b) および (c) は従来の固体撮像装置に設けられたフォトダイオードから
転送トランジスタまでの電位の変化を示す模式図である。

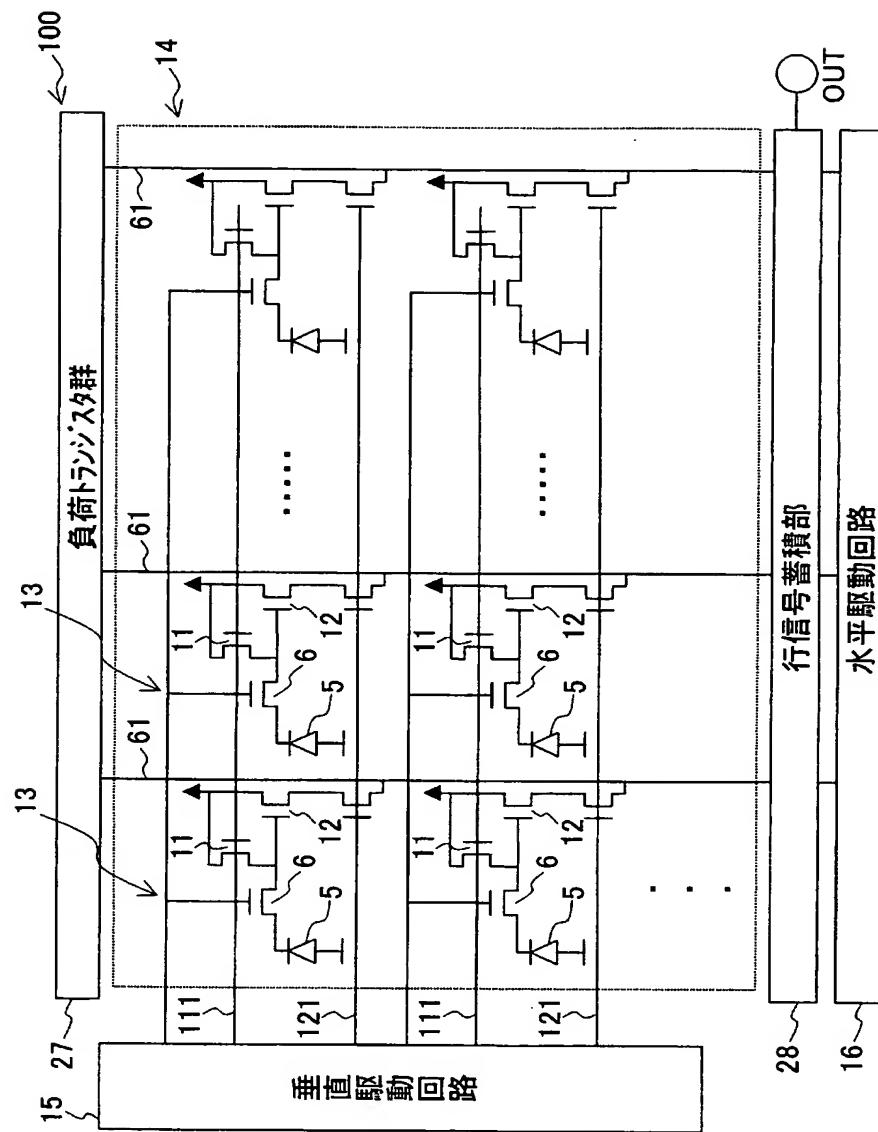
【符号の説明】

- 1 電位平滑化層
- 2 第1ポケット消滅拡散層
- 3 第2ポケット消滅拡散層
- 4 バリア消滅拡散層
- 5 フォトダイオード
- 6 転送トランジスタ
- 7 ゲート電極
- 8 浅いP型フォトダイオード層
- 9 深いフォトフォトダイオード層
- 10 浮遊拡散層
- 11 リセットトランジスタ
- 12 ソースフォロワ
- 13 画素セル
- 14 半導体基板
- 15 垂直駆動回路
- 16 水平駆動回路
- 17 第1ポケット
- 18 第2ポケット
- 19 バリア
- 23 ゲート電極
- 24、25、26 ピーク

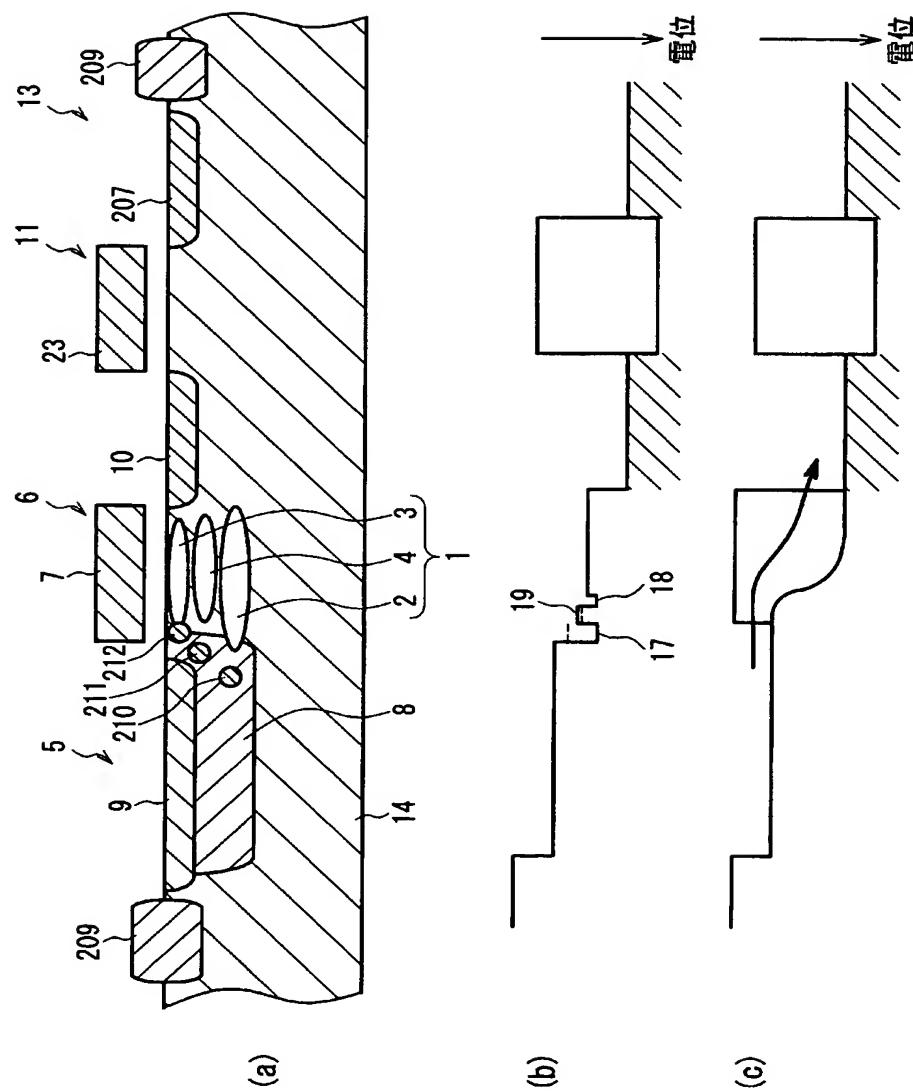
【書類名】

図面

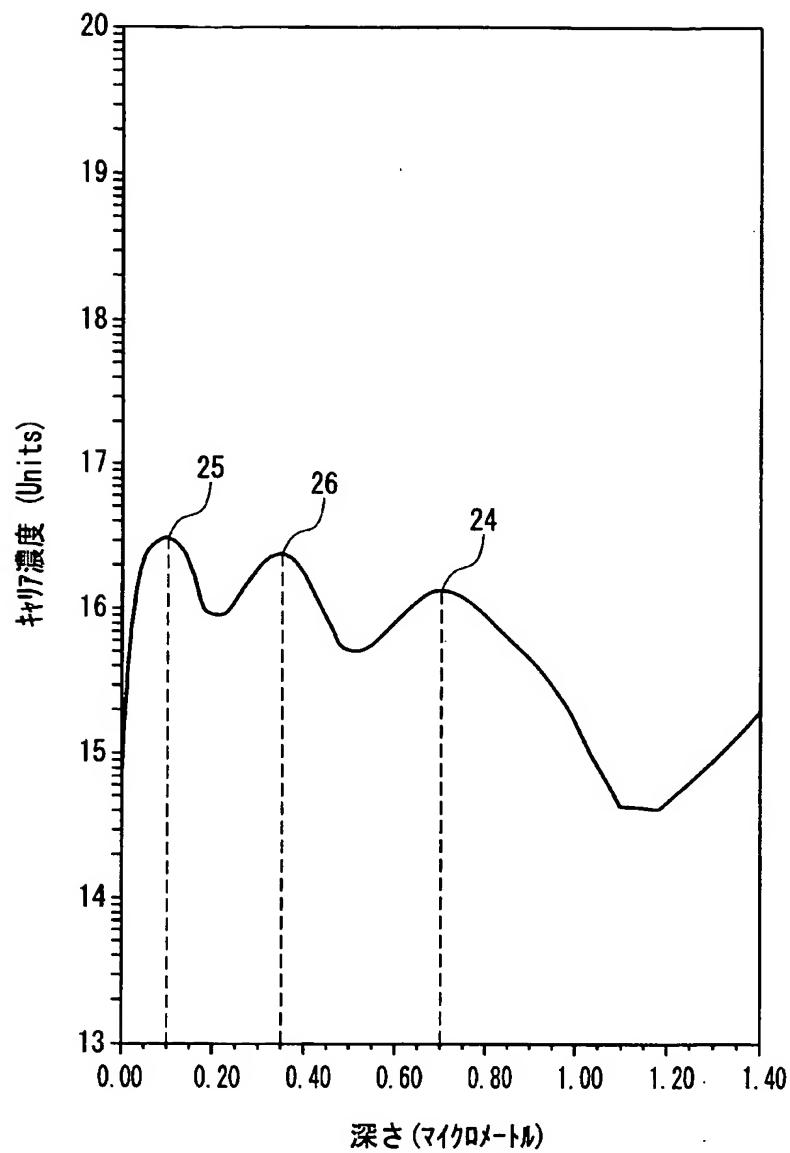
【図 1】



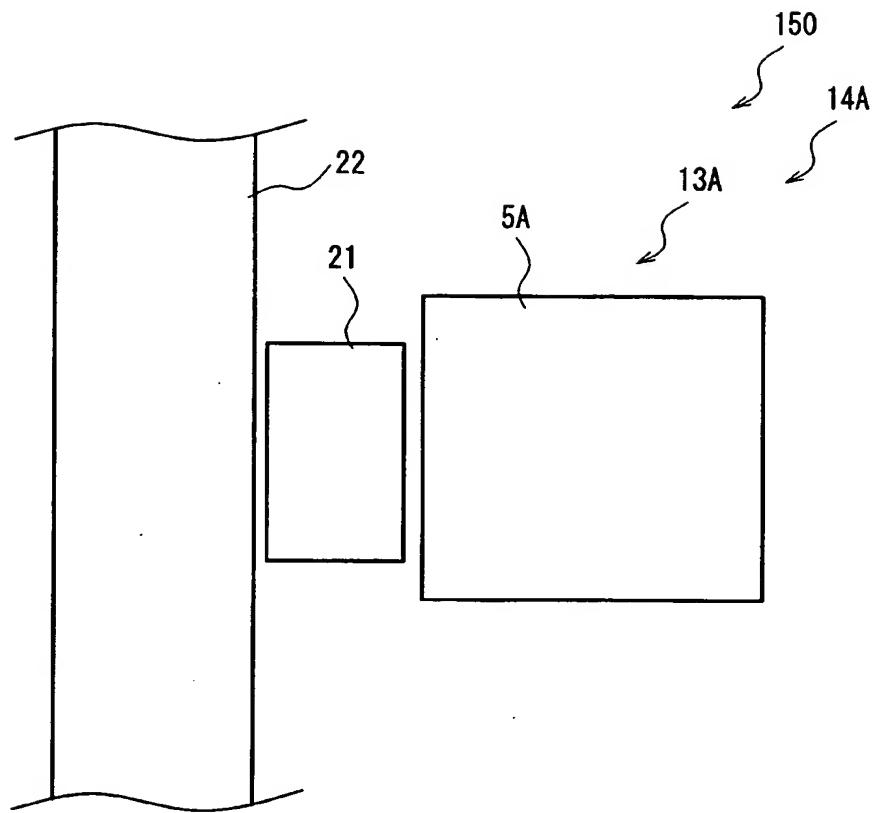
【図2】



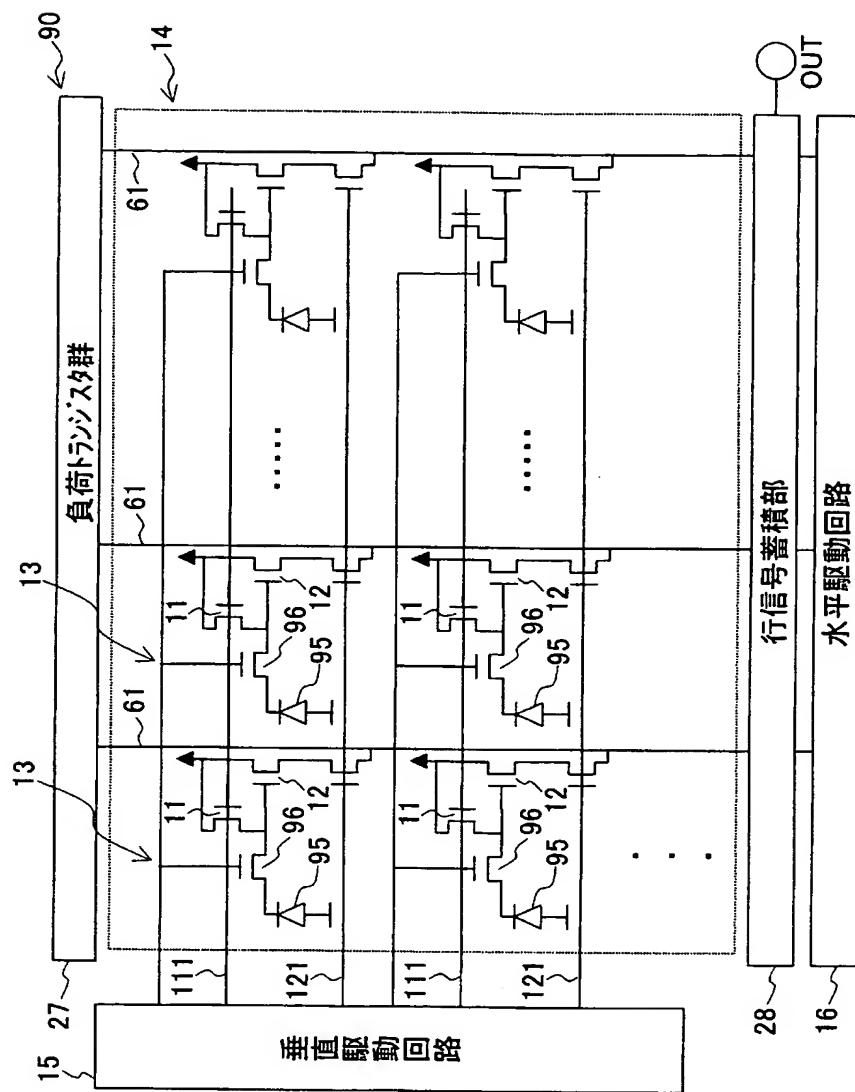
【図3】



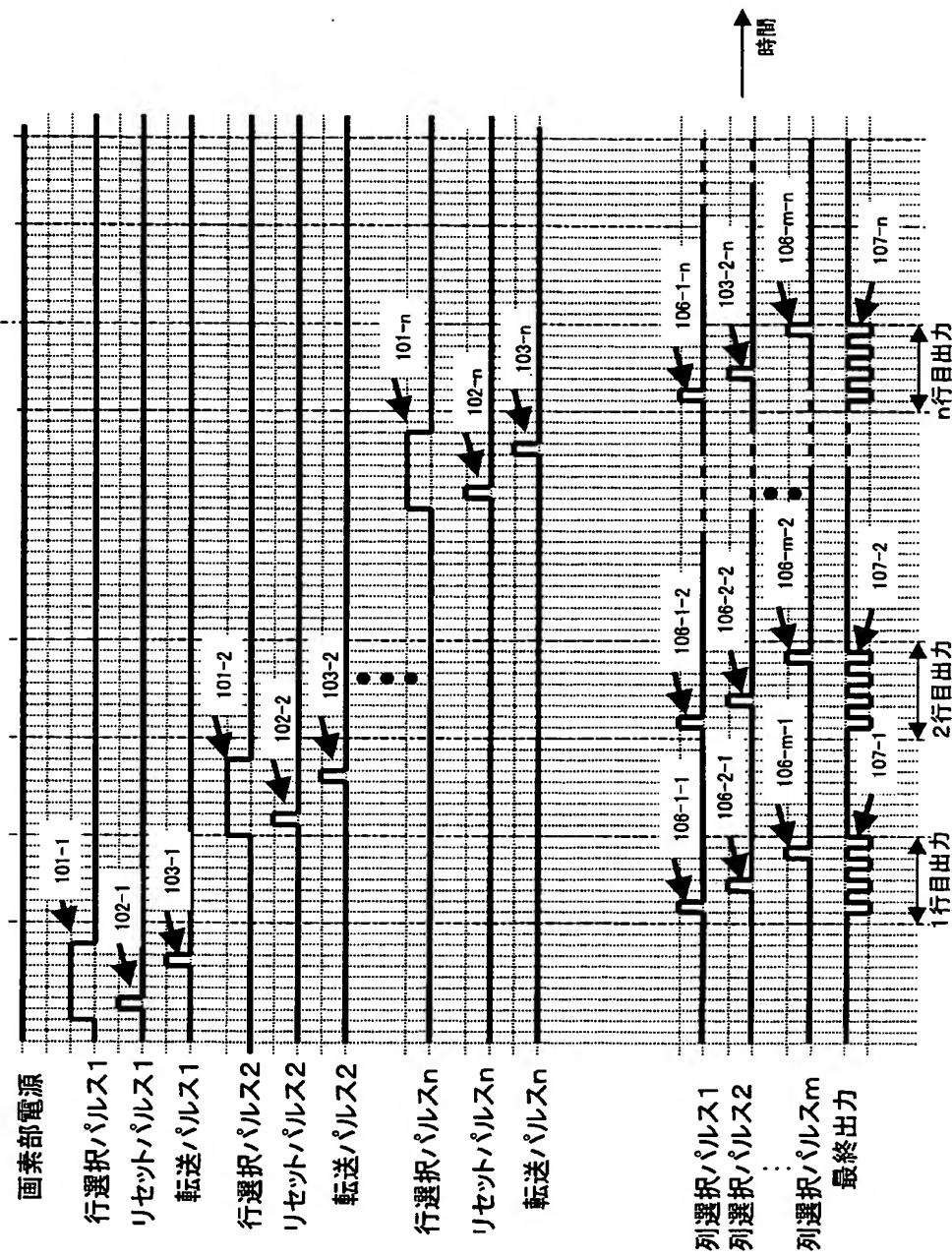
【図4】



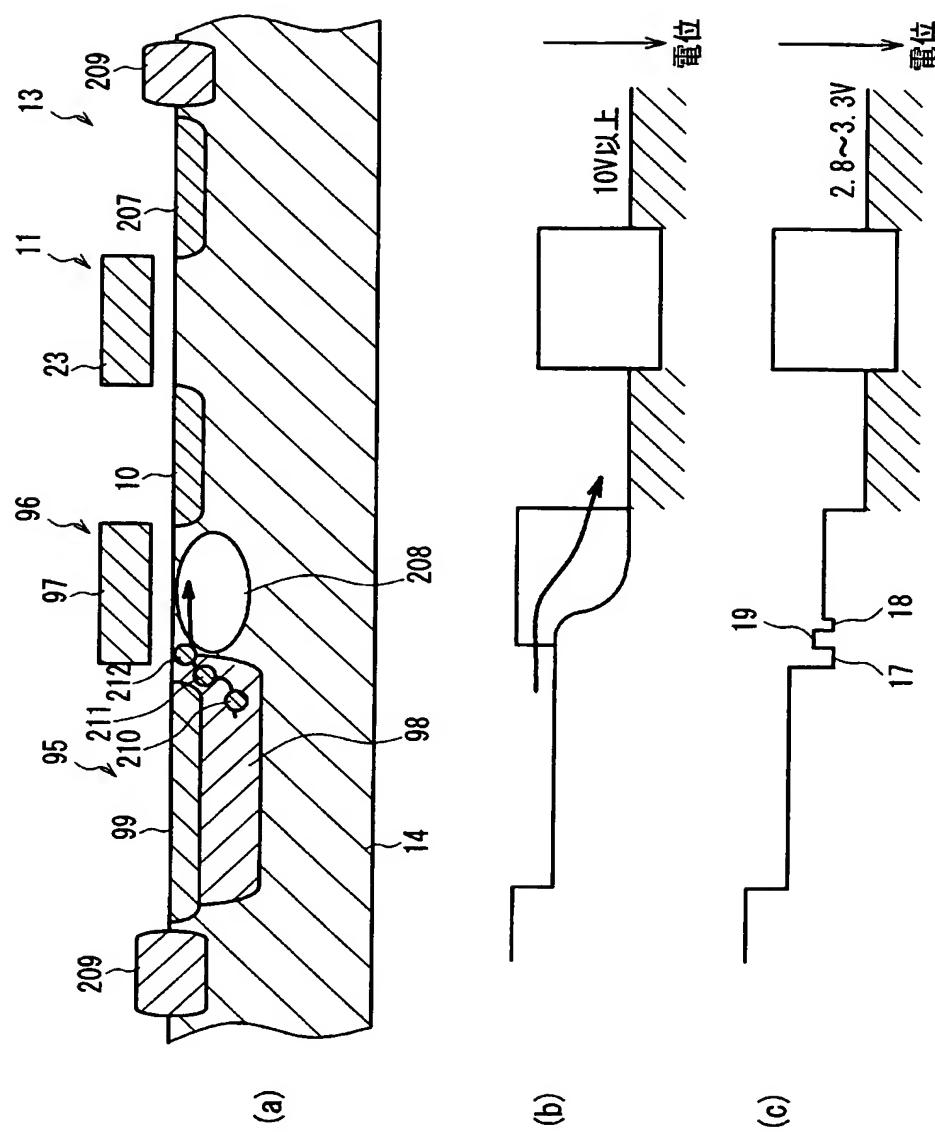
【図 5】



【図 6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電源電圧が低くても、フォトダイオードに蓄積された信号電荷を完全転送することができる固体撮像装置を提供する。

【解決手段】 固体撮像装置は、半導体基板に配置された複数の画素セルと、各画素セルを駆動するために設けられた駆動手段とを具備しており、各画素セル13は、入射光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオード5と、フォトダイオード5に蓄積された信号電荷を読み出すために設けられた転送トランジスタ6と、フォトダイオード5から転送トランジスタ6までの電位が滑らかに変化するようになされた電位平滑化層1とを含んでいる。

【選択図】 図2

特願2003-044997

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏名 松下電器産業株式会社